

III 佐賀シンクロトロン光源建設の経緯

富增多喜夫¹、江田茂¹、岩崎能尊¹、高林雄一¹、吉田勝英¹、大垣英明²

¹ 九州シンクロトロン光研究センター ² 京都大学エネルギー理工学研究所

1. はじめに

九州シンクロトロン光研究センターの1.4GeVシンクロトロン光源(SAGA-LS)の建設は、2003年9月から始められた。2004年11月12日に250MeV電子の蓄積に成功し、2005年8月25日には258MeV-304mAの入射蓄積と1.4GeV-100mAの電子加速・貯蔵に成功した。チューンは $\nu_x=4.28$ 、 $\nu_y=3.18$ 、1/2寿命は2005年3月8日現在100mAで5.2時間($i\tau_{1/2}=520\text{mAh}$)である。2004年11月28日に(財)原子力安全技術センターによる施設検査を受け、12月15日合格通知を受領した。2005年2月17日から、光源は当面1.4GeV-100mA(目標300mA)運転で3本の県有ビームラインと佐賀大のビームラインによる利用研究が始まっている。

2. 佐賀LSの概略と設計の経緯

光源と建屋の設計は1999年から始められた。SAGA-LSの場合、予算とスペースの制約があり、光源は部品発注・組立て調整で建設し、250MeVリニアックによる1.4GeVリングへの低エネルギー入射蓄積・加速貯蔵方式を採用している。最近流行の貯蔵電流をほぼ一定に保ちながら放射光を使用する、いわゆるtop-up運転は1990年筑波のソルテック・1GeVリングで実現されているが、リングと同じエネルギーの入射器を必要とする。予算の関係でリングと同じエネルギーの入射器を用意できなかった。

リングは周長75.6mの8回対称DB(Double Bend)型の電磁石配列であり、長直線部には6台の挿入光源($2.4\text{m}\times 5$ 、 $1.5\text{m}\times 1$)が設置可能な第3世代光源である。図1に1セル分の電磁石配列を示す。リングの周長は1.5GeV級光源であるTLS(台湾)やNew

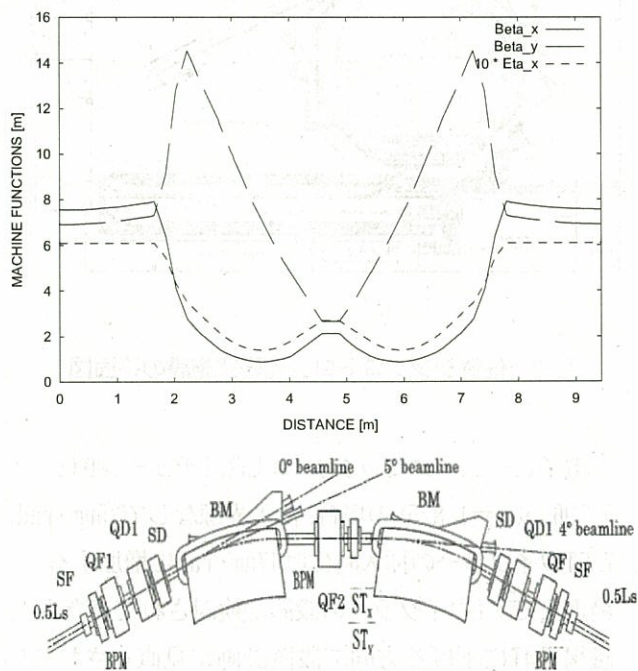


図1 1セル分の電磁石配列

SUBARUの約2/3にした低コスト設計で、ビームサイズを小さくして光源輝度を高くできるように設計されている。ビームサイズとエミッタンスはエネルギー分散値0.4m~0.62mで最小になる¹⁾。

光源の消費電力を夏季でも1200kW、施設全体でも特別高圧受電設備を必要としない2000kW以下に抑えている。光源の運転に必要な光熱水料はガス冷房費も含めて毎時5万円以下である。施設建屋の大きさは東西50m、南北75mで、図2に示すように出来るだけ施設を小にして安価にするためリニアック先端からリングのセプタム電磁石までの入射ビームラインは長さを7mと短くしている。施設の建設費は、光源装置が19.4億円、建屋が約11億円である。ビー

ムポート数は20あり実験ホールには最長35mのビームラインを設置できる。

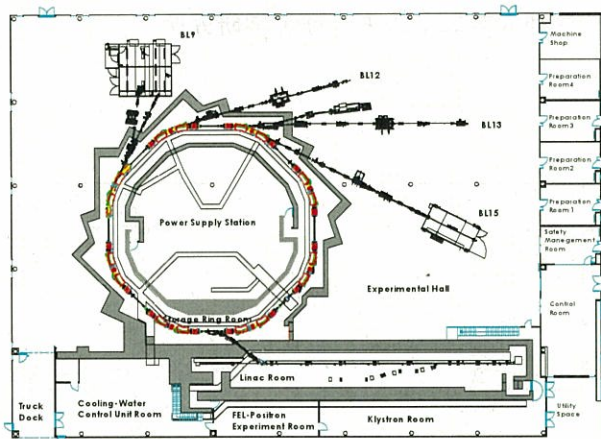


図2 佐賀シンクロtron光研究施設の平面図

電子ビーム・エミッタンスは設計チューンド($\nu_x = 5.796$, $\nu_y = 1.825$)の場合、挿入光源なしで $25\text{nm}\cdot\text{rad}$ 、7.5Tウイグラーの挿入時には $47\text{nm}\cdot\text{rad}$ に増加する²⁾。最近まで7Tウイグラーの設置が検討されてきたが³⁾、磁場を4Tに下げる方向で設置計画が見直しされている。ここでは参考までに7.5Tウイグラー関係の数値を記載しておく。

電子ビームのサイズ(σ_x , σ_y)は偏向(BM)電磁石4度偏向発光点で水平・垂直それぞれ 0.18mm 、 0.038mm (カップリング1%)、長直線部中央で挿入光源なしで 0.58mm 、 0.041mm 、7.5Tウイグラー挿入時は 0.68mm 、 0.052mm に増加する。BM電磁石($\rho = 3.2\text{m}$, $B = 1.46\text{T}$ 、励磁電流540A)と7.5T(または4T)ウイグラーからの放射光の臨界エネルギーは、それぞれ 1.9keV と 9.8keV (または 5.2keV)である。

表1に佐賀1.4GeVリングと電子ビーム等の主なパラメータ(目標値)を、表2に佐賀リニアックの電子銃、プリバンチャー、バンチャー等のパラメータ(目標値)を示す。

3. 光源建設の経緯

光源建設は2003年9月から始められた。まず真空

表1 佐賀1.4GeVリングと電子ビーム等の主なパラメータ(目標値)

Electron beam energy	0.25~1.4 GeV
Beam current & life	300 mA & 5 hs at 1.4 GeV
Circumference	75.6 m
Lattice	DB $\times$ 8
Straight sections	2.93 m $\times$ 8
Emittance (nm $\cdot$ rad)	25 [47 (7.5Tiggler)]
Tunes	5.796, 1.825 [5.796, 1.825]
Energy spread	0.000672 [0.00079]
Radiation loss (keV)	106 [123]
Bunch length (mm)	8.8 [10.35]
Beam size at straight section (coupling=0.01 at $\eta=0.62$)	
σ_x (μm)	580 [680]
σ_y (μm)	41 [52]
RF frequency (MHz)	499.8
Harmonic number	126
Momentum compaction	0.0134
Injection energy (MeV)	262
Dipole & number	11.25° edge focusing & 16
Radius & field	3.2 m & 1.459 T
Number of quadrupoles	40 (16QF1, 16QD1, 8QF2)
Length (m)	0.2, 0.2, 0.3
Max. gradient (T/m)	27, 27, 25
Number of sextupoles	32 (16SF, 16SD)
Length (m)	0.1, 0.14
Max. gradient (T/m ²)	150, 150

表2 佐賀リニアックの電子銃、プリバンチャー、バンチャー等のパラメータ(目標値)を示す

Gun	Thermionic triode (EIMAC 646B)
	Injection energy 120 keV
	Trigger pulse 140V-0.6ns
	(22.3125MHz or 89.25MHz)
Prebuncher	Frequency 714MHz
	Q-value $\sim$ 2000
	Peak field 80kV for 15kW rf
Buncher	Frequency 2856MHz
	Energy 5MeV for 1MW rf

Linac	Electron energy	262.5MeV
	Energy spread (FWHM)	1%
	Beam radius	0.5mm
	Micropulse charge	0.6nC
	Micropulse separation	44.8ns
	Macropulse	1 μ s
	Repetition rate	1Hz
Accelerating tubes		2.93mx6

立上げまでに長時間を必要とする1.4GeVリングの設置に着手し、250MeVリニアックと電子入射系電磁石・真空ダクトの設置等、光源設置完了まで1年の予定で始められた。2003年9月から2004年2月にかけてリング室、リニアック室、実験ホールの基準点設置、温度制御冷却水装置と冷却配管の設置、1.4GeVリングの電磁石と架台の据付、測量、基準点設置、電磁石の位置調整等が行われた。リング電磁石と入射系電磁石の据付・精密位置調整にはリング室の内周遮蔽壁とリニアック室とリング入射部の間の遮蔽壁の高さ1700mmに空けられた70mm×200mmの観測孔が役立った。

リング電磁石は全部で104台で、重量4.2トンのBM(偏向)電磁石16台、QF1(4極)電磁石16台、QD1(4極)電磁石16台、QF2(4極)電磁石8台、SF(6極)電磁石16台、SD(6極)電磁石16台の88台はロシア・ノボシビルスクのBINP(ブドカー原子核物理研究所)で製作され、川崎重工(株)が納入した。残りのST(舵取り)電磁石16台(x, y方向8セット)は2004年3月に東京電子(株)から納入された。電磁石の架台40台は川崎重工業(株)から納入され、電磁石位置制御にはロッドエンド・ベアリングによる微調整機構を採用している。

温度制御冷却水装置としては多田電機(株)製の40±0.1度(リニアック加速管と高周波導波管系用)制御と40±0.5度(リング加速空洞用)制御の2台と35度±1.0度(リング電磁石用とリニアック電磁石用)制御の2台、合計4台が設置された。

BM電磁石はドイツ製1mm厚の無方向性珪素鋼板を接着積層で製作した22.5度偏向電磁石である。11.25度のエッジ・フォーカス構造で、磁極両端は近似的なロゴスキー・カットである。4極電磁石と六極電磁石は

0.5mm厚の無方向性珪素鋼板を接着積層で製作され、磁極端面はロゴスキー・カットではないが、ビーム加速時の磁場変化に伴う磁極長変化を少なくするように角が落とされている。ロシア製の6極電磁石にはx, y方向1セットの舵取り電磁石が組み込まれているので、3月に納入された8セットと合せて舵取り電磁石は40セット設置された。

2004年1月から3月にかけて、石川島播磨重工業(株)から納入された8セル分のリング用アルミ合金製真空槽を1セル毎に順次プリベークして、基準点調整が完了したリング電磁石に挿入し、SIP(sputter ion pump)、TGP(titanium getter pump)とCCG(cold cathode gauge)真空ゲージを取付け、真空の立上げを行った。図3にBM電磁石部真空槽の断面形状と4極・6極部真空槽の断面形状を示す。

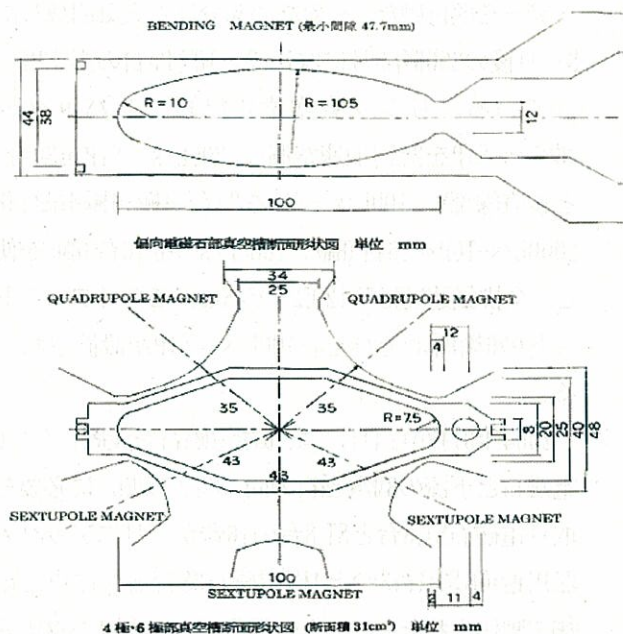


図3 偏向電磁石部真空槽(上)と4極・6極部真空槽(下)の断面形状

真空コンダクタンスが大きくなるよう真空槽の断面積は出来るだけ大きくした。BM電磁石はC型構造で上下に分割できないので真空槽は水平方向に挿入し、4極・6極電磁石は上下半割りにして真空槽を設置した。

真空槽と磁極との間隔は平均1.5mm程度であるが、1mm厚のスペーサを入れ、真空槽には75 μ m厚のカプトン・シート2重巻きにして挿入した。4極・6極電磁石の半割りと復元作業は川崎重工業(株)によって行われた。長直線部真空槽との接続部16箇所には152 ϕ の、また4度ビームライン(BL)のフロントエンド4箇所と5度BLのフロントエンド2箇所にはそれぞれに114 ϕ のSSK-VAT社製のゲートバルブと100L/s-SIPを取り付けた。現在設置されているBL9、BL12、BL15(図2参照)の3本は県有BLで、それぞれBM6、BM8、BM10の4度偏向部の放射光を、BL13は佐賀大BLでBM9の0度偏向部の放射光をエンドステーションまで導いている。BM13の5度とBM14の4度のフロントは放射光観測用である。その後9ヶ月間SIPとTGPで真空引きを行い 2×10^{-8} Pa程度の真空圧に達していたが、2005年6月に8セルのBM真空槽と長直線部真空槽内を見通せるように、16個のビューアを取付けた。そのため20分ほど大気開放したが、8ヶ月後の2006年3月には $1 \sim 2 \times 10^{-8}$ Pa台の真空度に達している。リング真空槽には(株)アルバック製の360L/s-SIPを2台(加速空洞)、200L/s-SIPを30台(BMと長直線部)、100L/s-SIPを24台(4極・6極電磁石)と2000L/s-TGPを16台(BM)、1000L/s-TGP16台(BM)を使用し、全排気速度は57120L/sである。この外フロントエンドの6箇所にそれぞれ100L/s-SIPが設置されている。

2004年3月から4月には、6極電磁石を設置しないQF2電磁石と下流のBM電磁石の間(図1参照)に必要な舵取り電磁石ST_x8台とST_y8台の16台が、リニアック入射器用偏向電磁石3台と4極電磁石38台と共に東京電子(株)で製作された。これらの電磁石電源とリング電磁石電源は工藤電機(株)で製作され設置された。電源制御は低コストで拡張性のあるPC-Lab Viewベースで行われている⁴⁾。リング電磁石およびリニアック入射器系電磁石と各電源との配線工事は地元業者によって行われた。

2004年5月には三菱電機(株)で製作された250MeV電子リニアック用の4MeVバンチャー、6本の3m長進行波型

加速管とそれらの架台が納入され、リニアック室の基準点に合わせて所定の位置に設置された。同じ時期にリニアックからリングまでの電子入射系真空槽、セプタム真空槽、8セル分の長直線部のステンレス製真空部品が(株)アルバックから納入された。

4月から8月に掛けて、光源グループは250MeVリニアックの組立と1.4GeVリングの組立に着手し、4MeVバンチャー、6本の加速管の間に真空ダクト、45L/s-SIP、4極電磁石(ダブレット)、舵取りコイル、蛍光板を用いたビーム位置モニタ(SM)を設置して真空を立上げた。図4は4MeVバンチャー部から眺めた250MeVリニアック全景を示す。

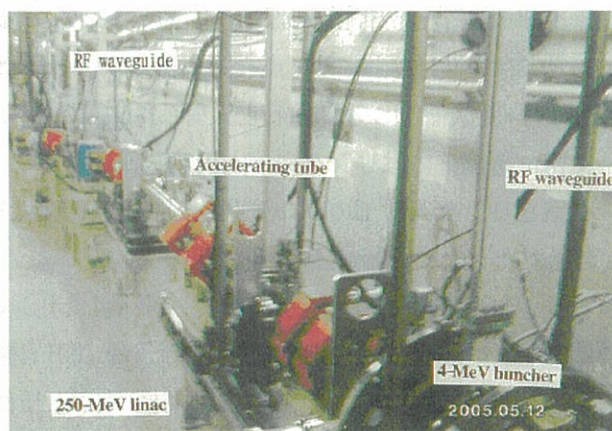


図4 4MeVバンチャー部から眺めた250MeVリニアックの全景

リニアック先端部には、図5(下)に示すような40度偏向電磁石真空槽を含む入射系⁵⁾を設置し、真空ダクト、45L/s-SIP、4極電磁石(ダブレット)、舵取りコイル、SMを取付け真空を立上げた。さらにセプタム真空槽を含む8セル分の各長直線部真空槽に200L/s-SIPを2台とCCG真空ゲージを取付け、真空を立上げた。また工藤電機(株)が納品したセプタム電磁石と4台のキッカーパルス電磁石は図5(上)に示すように、それぞれステンレス製セプタム真空槽内とセプタム真空槽の上流と下流の各2箇所に設置されたセラミック真空ダクトに取付けられた。

セプトム電磁石が設置されたセプトム真空槽内の真空圧は 10^{-3} Pa程度で8mmφの電子入射孔は75μm厚のカプトン箔で 1×10^{-8} Pa台のリング真空槽と真空シールされている。電子ビームは設計軌道から35mm離れて平行に入射され、セプトム真空槽の隔壁は設計軌道から25mm離れている。

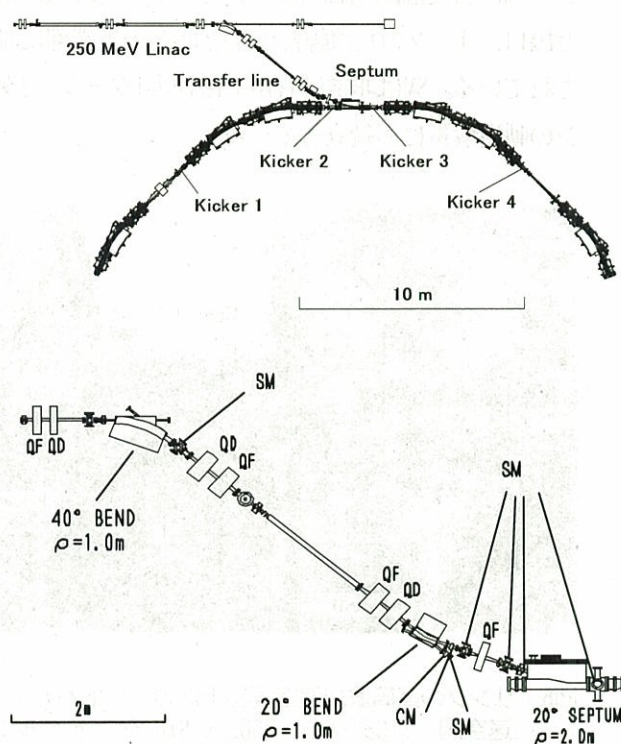


図5 リング入射系

(上) リニアック先端からセプトムとキッカーまでの電磁石配列

(下) 40度偏向電磁石上流部からセプトムまでの電磁石、SM、CMの配列

2004年5月から6月にかけて(株)東芝製の499.8MHzリング加速空洞と高周波源(東芝クライストロンE3774とその電源)が設置され、6月下旬から加速空洞のRF枯らし運転が始められた⁶⁾。この加速空洞は国内外で使用実績のあるKEK-PF型で⁷⁾、高周波空洞に接続するビームダクトの口径を広げて周波数の高い高次モード成分を空洞外に引き出し、SiCダクトにより吸収する対策を施した加速空洞である⁸⁾。このため高次モード対策用チューナーの位置調整も必要になる。

499.8MHzの周波数は、2856MHzリニアックのマイクロパルスの5つに1つがリング高周波バケットに同期するように選ばれた。必要な高周波電力は、1.4GeV-300mAビームの偏向電磁石による放射損失が約32kW、将来7T級ウイグラーを2台設置することを想定してウイグラーによる放射損失が約10kWで全放射損失が約42kW、空洞壁損失約36kW、伝送ロスを8kWと想定すると約86kWとなるが、加速空洞には最大90kWのRF供給が可能である。ビーム加速時の加速電圧は電磁石磁場の増加と連動して、7段階のステップ状に500kVまで増やせるようになっている。加速空洞の真空排気系には360L/s-SIPが2台設置されCCG真空ゲージを使用して真空圧をモニターしている。貯蔵電流零のときの真空圧は $2.2 \sim 2.3 \times 10^{-7}$ Paで、2006年3月6日の94mA貯蔵時の真空圧は 6.4×10^{-7} Paである。

2004年6月から7月には250MeVリニアック用の714MHzと2856MHzの高周波源が日本高周波(株)と日新電機(株)で製作され設置された。714MHz-15kW半導体高周波源はプリバンチャー用で、バンチャーと加速管用の2856MHz高周波源は東芝クライストロンE3729とE3712の2本とそれらのパルス変調器で構成されている。E3729からの36MW出力は、バンチャー、第1加速管、第2加速管に供給され、E3712からの88MW出力は第3加速管～第6加速管に供給される。リニアック加速管に高周波を伝送する導波管、移相器、RFダミー、減衰器、等は日本高周波(株)製で所定の位置に設置された。電子ビームをリニアック加速管の軸中心を通すために蛍光板を用いたスクリーンビーム位置モニターSMを各加速管の入口とリニアックの先端に設置した。蛍光板中心にはφ2mmの孔があり加速管中心に合わせている。SMは光源グループで設計し、石川島重工業(株)が製作し設置した。

光源建設は予定より1ヶ月早く完成した。8月には電子リニアック加速管とリング加速空洞のRFエージング、リニアックと電子入射系のタイミング制御系調整を行うとともにビーム加速に先立って入退出管理システム、放射線シャッター、各種表示灯、各種インターロック等が整備された。

2004年8月25日には、EIMAC-646Bの熱陰極電子銃、120 kV-DC電源、714MHzプリバンチャー、2856MHz定在波型バンチャーで構成された4MeVバンチャービームの加速に成功した。その後、714MHzプリバンチャーと2856MHzバンチャーへのRF位相と入力レベルを調整しながらバンチャービームの4MeVエネルギースペクトル(半値幅5%~200keV)を測定して運転パラメータを決定した。電子銃のグリッド制御は英国ケンテック社製の89.25MHzグリッドパルサーで行っており、出力最大140V、パルス幅0.6nsである。

電子リニアックの主要部の構成は前FEL研(阪大移管)のものと同じで、使用する進行波型加速管は旧電総研(現産総研)と三菱電機で開発した。長さは2.92mで(図4参照)、filling timeは約1 μ sである。毎秒1パルス入射で、1 μ sパルス中のマイクロバンチ数は22(44.8ns間隔)、または88(11.2ns間隔)の多バンチ入射である。施設使用許可申請書通りリニアック加速電流は12nA以下に制限している。従って1マイクロバンチ当たりのクーロン数は22バンチのときは0.55nC、88バンチのときは0.14nCである。電荷量はグリッド電圧を変えて制御している。

各加速管の間には電子ビームをリニアック加速管の軸中心を通せるように蛍光板を用いたビーム位置モニターSMが設置されている。蛍光板の中心には電子ビームが通り抜けるように2mm ϕ の孔が空けられていて、4極電磁石と舵取りコイルを用いて電子ビームを2mm ϕ の孔に通す。加速管の軸中心を通して加速されたビームはリニアック先端の1mm厚のステンレス窓を通して水槽に入射され、水中のチェレンコフ光の長さが最長になるように各加速管に供給するRFの位相を調整した。

9月29日には250MeVリニアックによるビーム加速に成功し、加速エネルギーの周波数依存性、SF₆ガス圧依存性等が調べられ、10月18日からリング入射が始まった。

入射ビームのエネルギーは、12nA加速時には最高262MeVまで可変で、リニアック先端部に設置された40度偏向電磁石を用いてエネルギースペクトル幅0.9%

(FWHM)を測定した。

図6に入射系の電磁石配列を示す⁵⁾。普段は40度偏向電磁石下流に置かれた蛍光板でスペクトルをモニターしている⁹⁾。分析電流は4nA~5nAで、20度偏向電磁石と20度偏向セプタム電磁石で40度曲げ戻してリングの電子軌道から35mm外側を平行に入射し、4台のキッカーを連動させて蓄積している。ビーム位置モニターSMは20度偏向電磁石出口、セプタム電磁石の入口と出口、リングの長直線部LS①とLS⑤の先端部に設置されている。SMは非常に有用で最初の1ターン、2ターンの軌道解析にも役立っている。

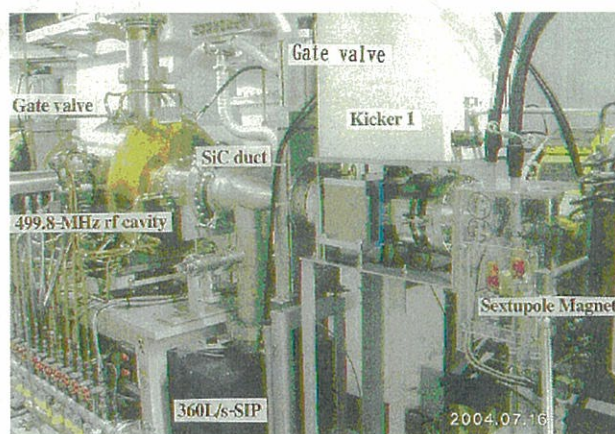


図6 リングの高周波加速空洞部上流のゲートバルブ、加速空洞、SiCダクト、360L/s-SIP、ゲートバルブ、第1キッカー、6極電磁石の配列

2004年11月12日には電子蓄積に成功した。この時のチューンは $\nu_x=5.30$ 、 $\nu_y=2.70$ である。丁度このころ第六加速管下流部に真空漏れが生じ、日毎に真空圧が増加し12月には第六加速管下流部に設置した45L/s-SIPのイオンポンプ電流が0.3mA近くまで増加して放電を起こすので、しばしば入射を中断せざるを得なかった。

さらにリング入り口のセプタム電磁石のコイルが正常でなく、蓄積時の4キッカー(または3キッカー)の動作タイミングが0.7 μ sずつ遅らせないと蓄積できなかった。セプタム電磁石がセプタム真空槽内に設置されていることもあり、セプタムの漏れ磁場の異常さに気づくのに時間がかかった。それでも

トリッキーなキッカータイミングで入射して3月2日には0.68mA蓄積し、0.34mAを1.4GeVまで加速・貯蔵した。

悪いことは重なるもので3月20日に福岡県西方沖地震（鳥栖で震度5-）が発生し、光源チームでリングの40個の4極電磁石を測量したところ最大で垂直方向に0.6mmの位置ずれが生じていることが判り、セプタム電磁石を真空槽から取り出しセプタムコイルの固定ネジが外れていること、そしてコイルが正常でないことに気付いた。

4月下旬から5月には真空漏れの第6加速管を三菱電機株式が新品に交換し、加速管のRF枯らしを始めた。その後は測量会社がリング、リニアック、実験ホールの基準点測量も含めて電磁石の位置ずれを測量した結果、4極電磁石の位置ずれの大きさは最大で水平方向1.1mm、垂直方向0.5mmであった。電磁石設置会社による水平・垂直共に0.2mmの精度で位置調整をし直したのが7月の下旬であった。

結局地震の影響で2ヶ月、第6加速管の交換とRF枯らしで1ヶ月、セプタムコイルの修理で1ヶ月、約4ヶ月間運休の状態が続いた。第6加速管のRF枯らしが終わった7月29日には、電子リニアックの89.25MHzグリッドパルスを働かせて、1 μ sパルス入射ビーム中のマイクロバンチ数を22から88に増やして35.4mA蓄積を達成した。8月15日には113mAを蓄積、17日には蓄積速度96mA/minを達成した。この時には入射電荷の8%~10%が蓄積されたことになる。25日にはイオン・クリアリングの効果もあって先ず10分で250MeV-304mAを蓄積できた。次に5分で127mA蓄積し、4分で1.4GeV-100mA（1/2寿命約12分）の加速・貯蔵に成功した。加速・貯蔵により真空圧は2桁近く増加した。

図7に2004年11月から2005年8月までの蓄積・貯蔵電流増加の様子を示した。図8に入射蓄積速度と加速貯蔵後の減衰パターンの一例を示す。図9には電流・1/2寿命積（ $iT_{1/2}$ ）の放射光照射量依存性と電流寿命予測線を示した。

その後、設計チューンD（25nm・rad）で大電流を蓄積できるようにチューンを変えて入射実験を続け

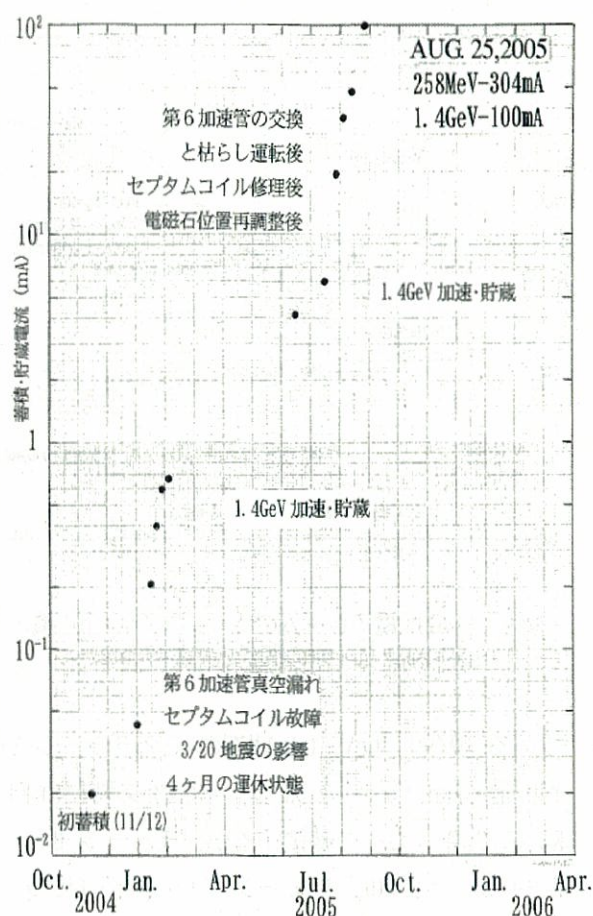


図7 2004年11月から2005年8月までの蓄積・貯蔵電流増加の様子

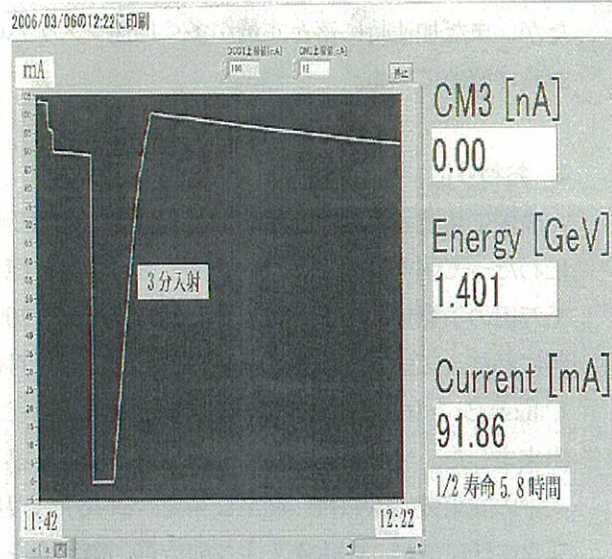


図8 入射蓄積時の電流増加パターンと蓄積後の加速・貯蔵時の減衰パターン

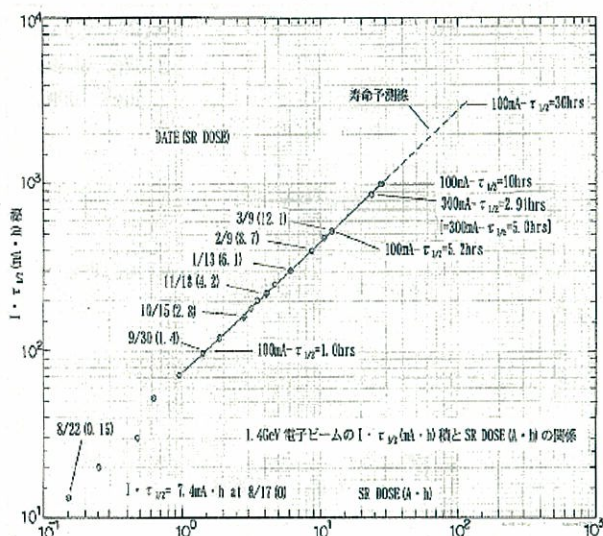


図9 1.4GeV 電子ビームの $I \cdot \tau^{1/2}$ (mA · h) 積と SR DOSE (A · h) の関係と寿命予測線

ている。現在 1.4GeV-100mA 貯蔵できるチューン A (～150 nm · rad、 $\nu_x=4.26$, $\nu_y=3.23$) の時には K1 と K4 の 2 キッカーで蓄積するが、チューン B ($\nu_x=5.29$, $\nu_y=2.30$)、チューン C ($\nu_x=5.69$, $\nu_y=1.71$)、設計チューン D ($\nu_x=5.796$, $\nu_y=1.825$)、チューン E ($\nu_x=5.6$, $\nu_y=3.1$) の時は 4 台のキッカーで蓄積している。最近では設計チューン D (25nm · rad) でも 100mA 近く蓄積できるようになったが、まだ加速時に落とす量が多く加速システムの改良に努めている。

4. おわりに

最後に装置を構成する部品は 2001 年から 2002 年にわたって国内外の三十数社の協力を得て 19 億 4 千万円の予算枠内で発注された。2003 年から 2004 年にわたって組立て調整が進められ、2005 年 8 月に 1.4GeV シンクロtron光源を一応完成することが出来ました。光源の建設から立上げ時には兵庫県立大学の安東愛之輔教授、産業技術総合研究所の豊川弘之主任研究員、安本正人主任研究員の御協力を得ました。またアルミ合金製真空槽のプリベークとフロントエンドの立上げでは岡島敏浩主任研究員の御協力を得ました。厚くお礼を申し上げます。また日

頃 御協力頂いている佐賀県庁はじめ九州シンクロtron光研究センターと関係企業の皆様にも厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 富増多喜夫：“佐賀シンクロtron光源装置の概要” 加速器同好会通信、JARA News 第 8 号 (2001 年 10 月) pp. 1-7.
- 2) Y. Iwasaki, S. Koda, T. Tomimasu, H. Ohgaki, H. Toyokawa, M. Yasumoto, Y. Yamatsu, T. Kitsuka, Y. Hashiguchi, Y. Ochiai
“LATTICE DESIGN OF THE SAGA SYNCHROTRON LIGHT SOURCE”
Proc. of the PAC03, Portland, May (2003) pp. 3270-3272.
- 3) S. Koda, Y. Iwasaki, T. Okajima, H. Setoyama, Y. Takabayashi, T. Tomimasu, K. Yoshida, H. Ohgaki, M. Torikoshi, “FEASIBILITY STUDY ON INTRODUCING A SUPERCONDUCTING WIGGLER TO SAGA LIGHT SOURCE” Proc. of the PAC05, Knoxville, May (2005) pp. 1021-1023.
- 4) H. Ohgaki, Y. Iwasaki, S. Koda, Y. Takabayashi, T. Tomimasu, K. Yoshida, H. Toyokawa,
“PC-Lab View Based Control System in SAGA-LS” Proc. of the PAC05, Knoxville, May (2005) pp. 3976-3978.
- 5) Y. Iwasaki, S. Koda, T. Okajima, H. Setoyama, Y. Takabayashi, T. Tomimasu, K. Yoshida, H. Ohgaki,
“THE INJECTION SYSTEM OF THE SAGA LIGHT SOURCE”
Proc. of the PAC05, Knoxville, May (2005) pp. 3007-3009.
- 6) S. Koda, Y. Iwasaki, K. Yoshida, Y. Takabayashi, T. Tomimasu, Y. Hirata, Y. Nobusada, T. Yoshiyuki, H. Suzuki, H. Ohgaki
“CONSTRUCTION OF RF SYSTEM FOR STORAGE RING AT SAGA-LS”
第 1 回日本加速器学会年会・第 29 回リニアック技術研究会報告集、舟橋、日本大学 (2004) pp. 4021-4023. 284-286
- 7) T. Kosei, M. Izawa, and Y. Kamiya, Tech. Report of ISSP No. 2980 (May 1995) pp. 1-8.
- 8) H. Suzuki, T. Yoshiyuki, K. Sato, H. Kamikubo, Y. Hirata, Y. Nobusada, S. Koda, K. Yoshida, Y. Iwasaki, Y. Takabayashi, T. Tomimasu, H. Ohgaki, M. Izawa, T. Kosei,
“HOM-damping of RF cavity for storage ring at SAGA-LS”
第 1 回日本加速器学会年会・第 29 回リニアック技術研究会報告集、舟橋、日本大学 (2004) pp. 4021-4023. 338-340.
- 9) Y. Takabayashi, T. Tomimasu, K. Yoshida, S. Koda, Y. Iwasaki, H. Ohgaki,
“Beam position monitors at SAGA Light Source” 第 1 回日本加速器学会年会・第 29 回リニアック技術研究会報告集、舟橋、日本大学 (2004) pp. 423-425.